

<http://algs4.cs.princeton.edu>

## 4.1 UNDIRECTED GRAPHS

---

- *introduction*
- *graph API*
- *depth-first search*
- *breadth-first search*
- *connected components*
- *challenges*



## 4.1 UNDIRECTED GRAPHS

---

▸ *introduction*

*graph API*

▸ *depth-first search*

▸ *breadth-first search*

▸ *connected  
components*

▸ *challenges*

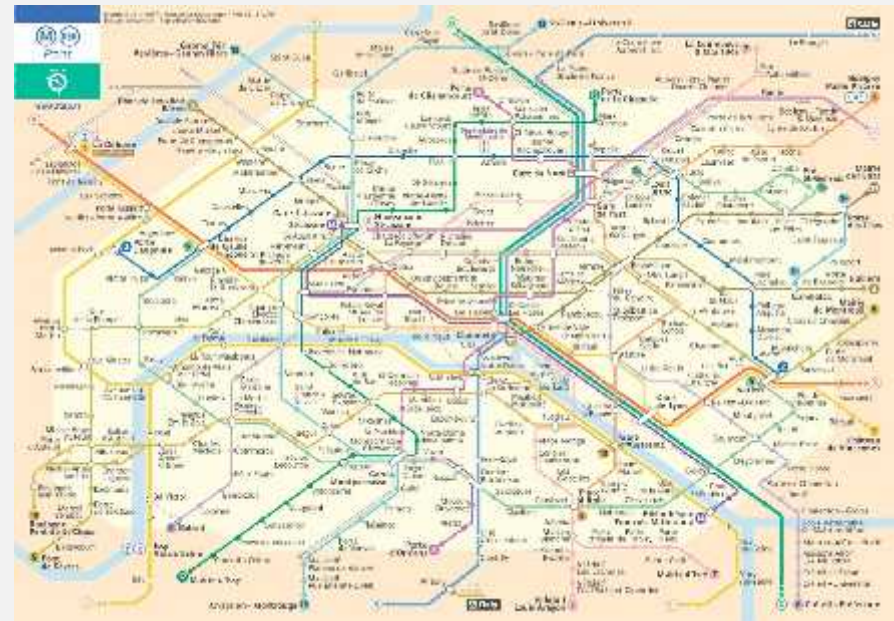
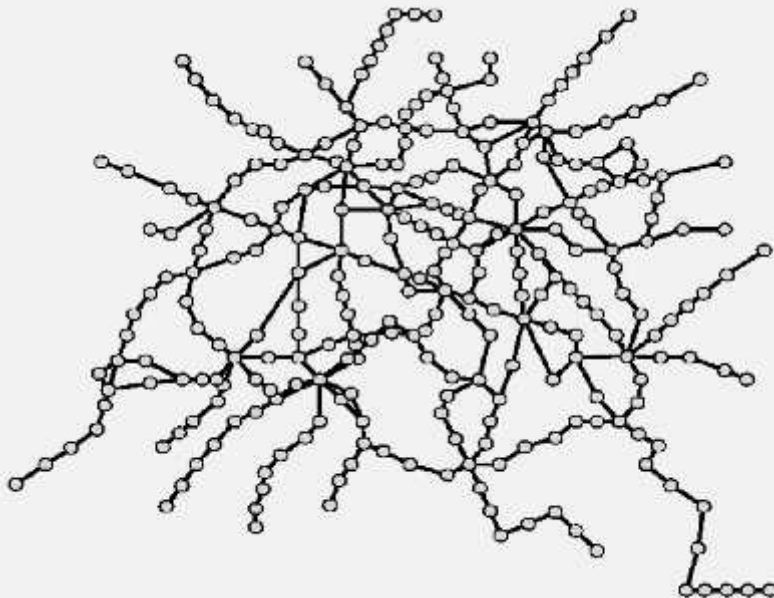
# Undirected graphs

---

**Grafet.** Bashkësi e **kulmeve** të lidhura me anë të **segmenteve**.

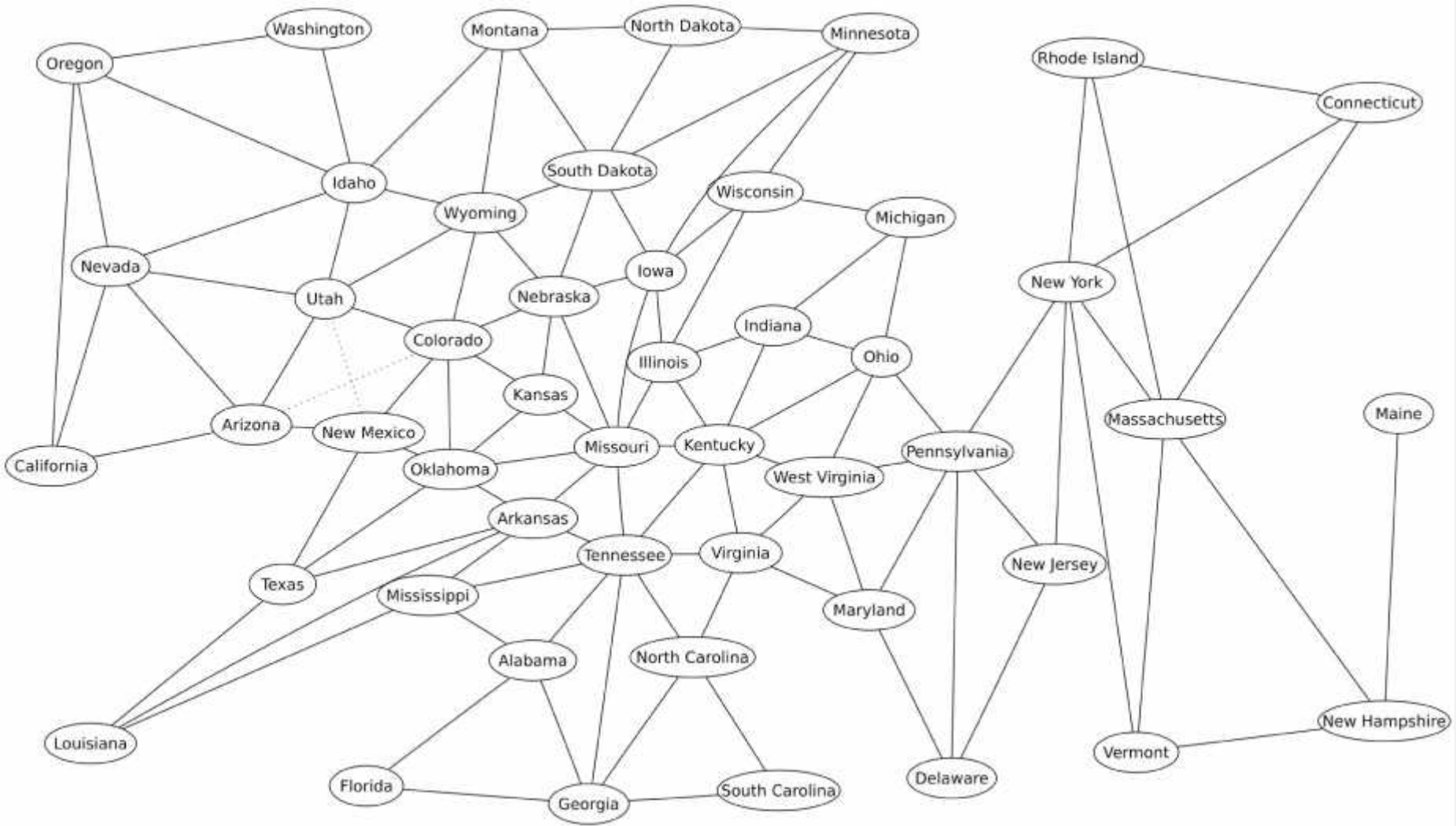
Pse të studiohen algoritmet?

- Mijëra aplikime praktike.
- Qindra algoritme të grafeve janë të njohura.
- Abstraksione të përdorshme dhe interesante.
- Degë e rëndësishme e shkencave kompjuterike dhe matematikës diskrete



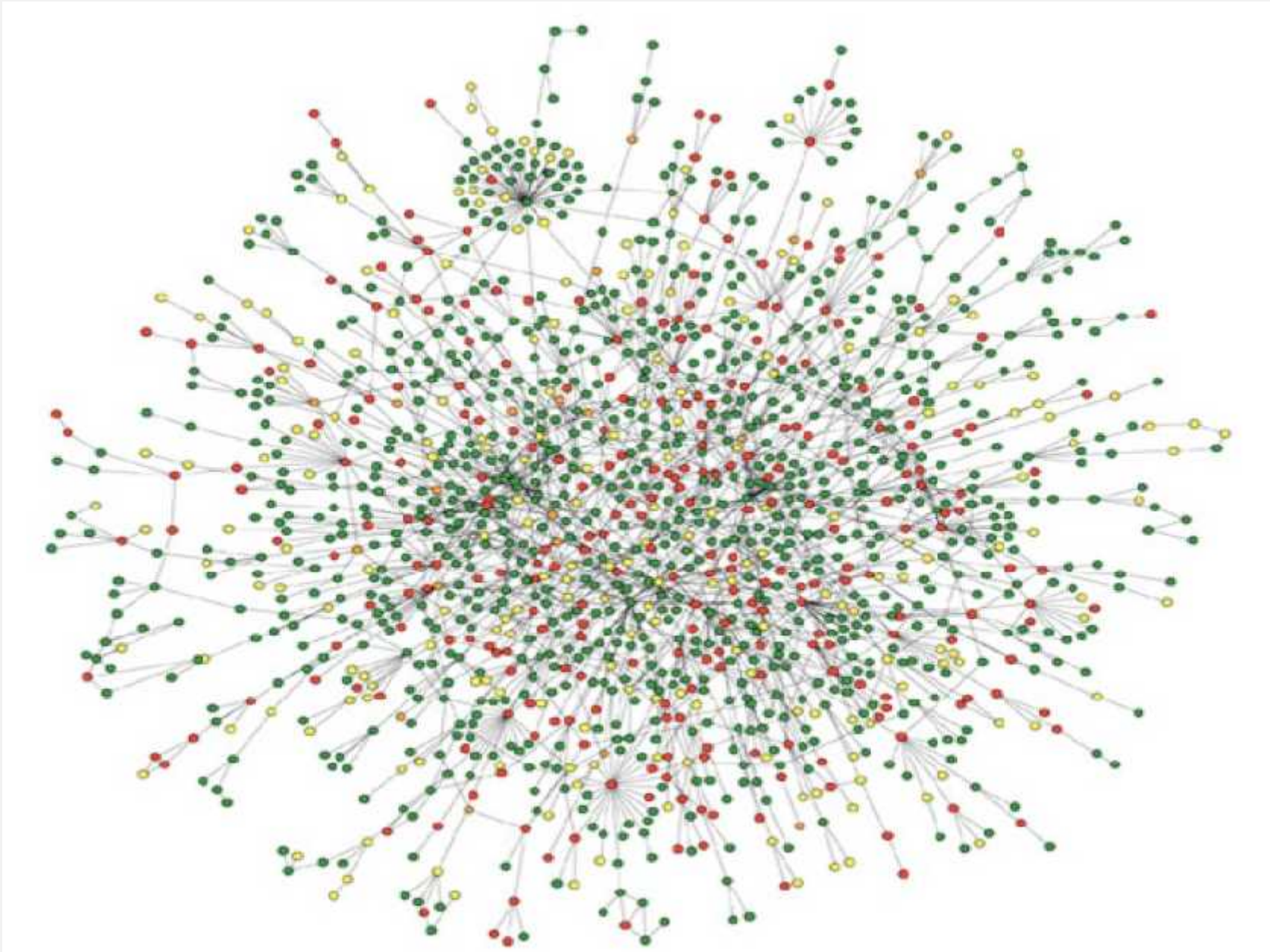


## Grafi i shteteve fqinje në Shtetet e Bashkuara të Amerikës



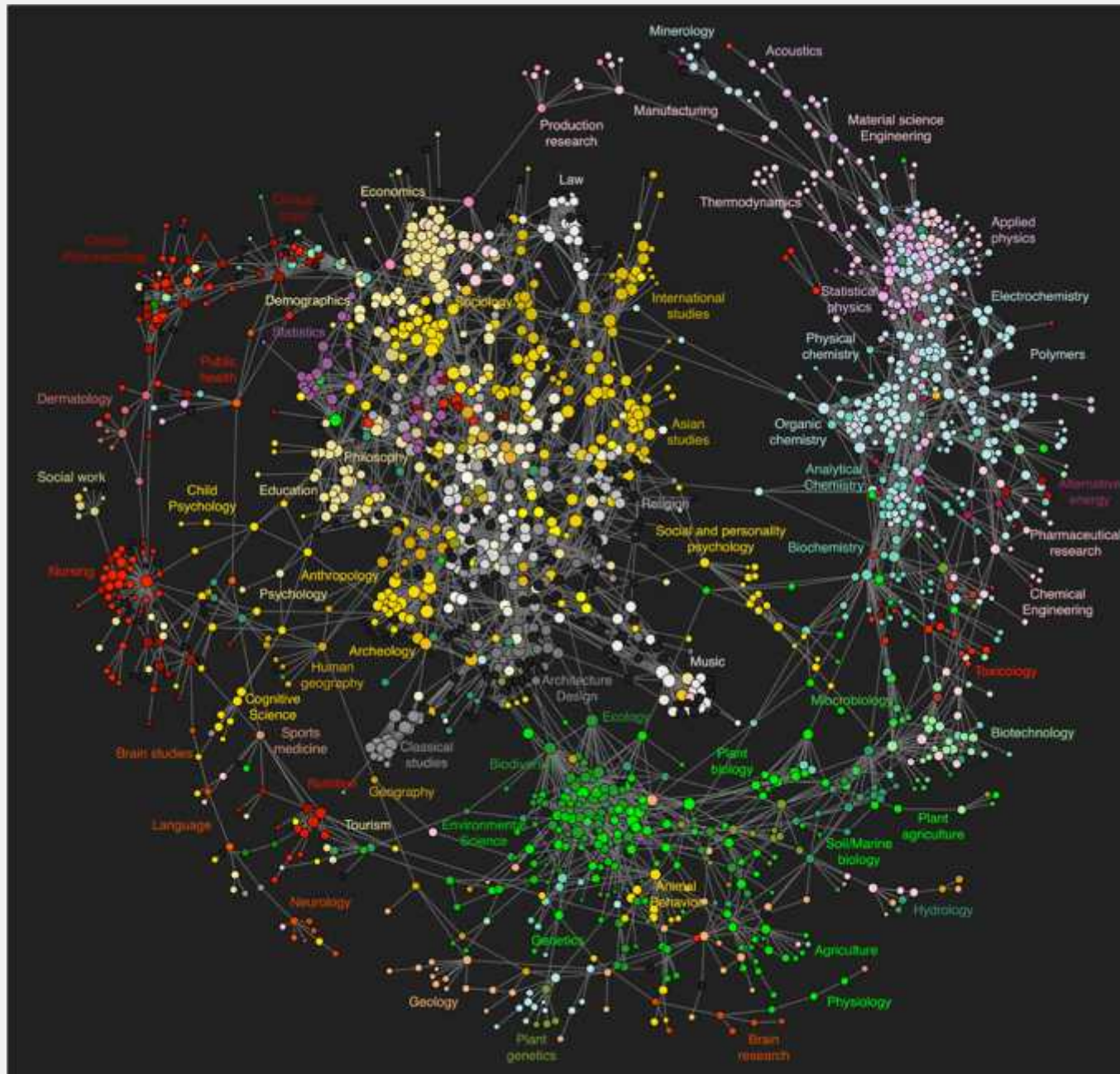
# Rrjeti i komunikimit proteinë-proteinë

---



Reference: Jeong et al, Nature Review | Genetics

## Harta e klikimeve shkencore



<http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0004803>



# 10 milion Facebook friends 2010

---



**"Visualizing Friendships" by Paul Butler**

## 2.01 billion Facebook friends 2017

---





# Facebook (2.41 billion) + other social media platforms 2019

---

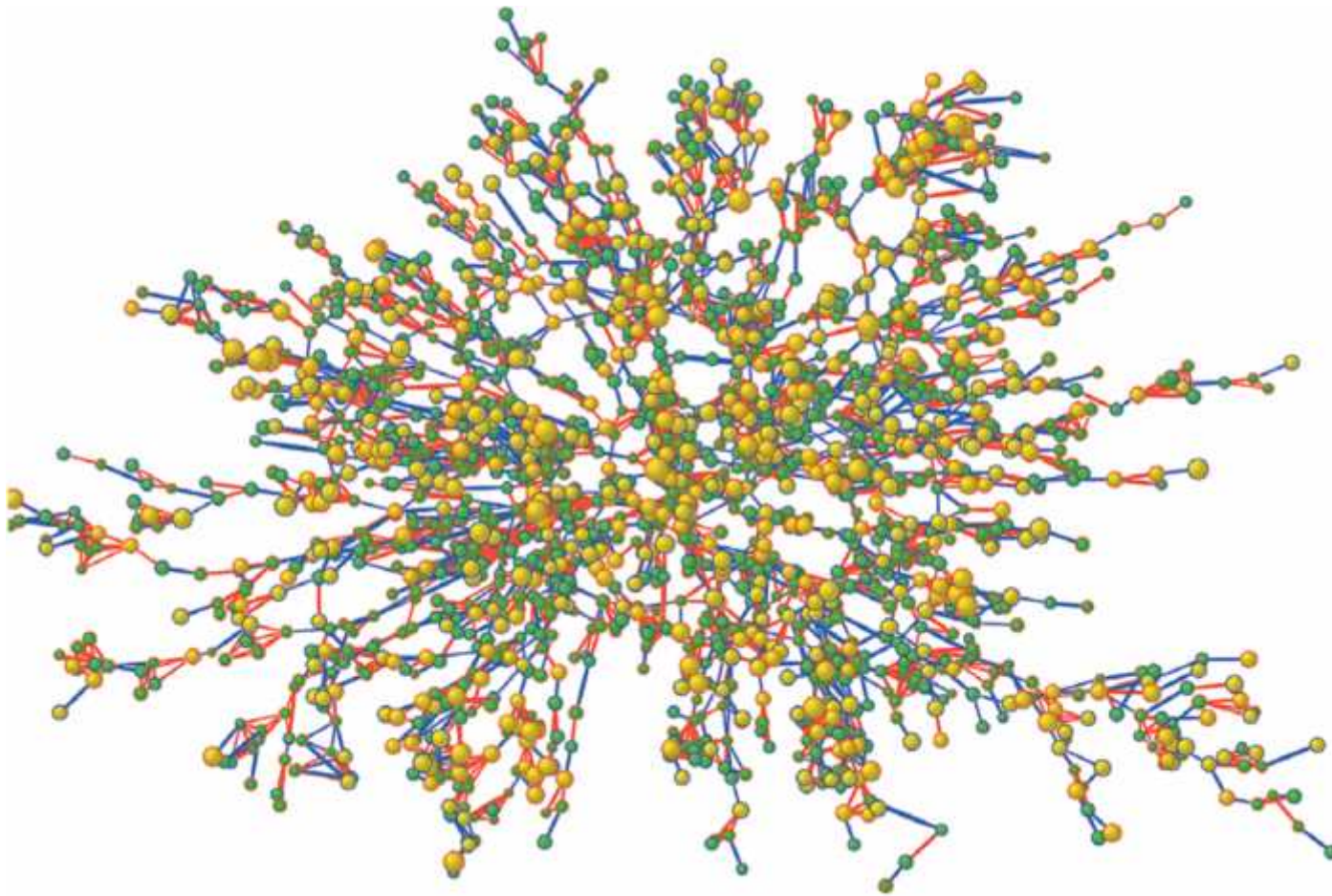


presented by Katherine Schmidtke

[illegible]



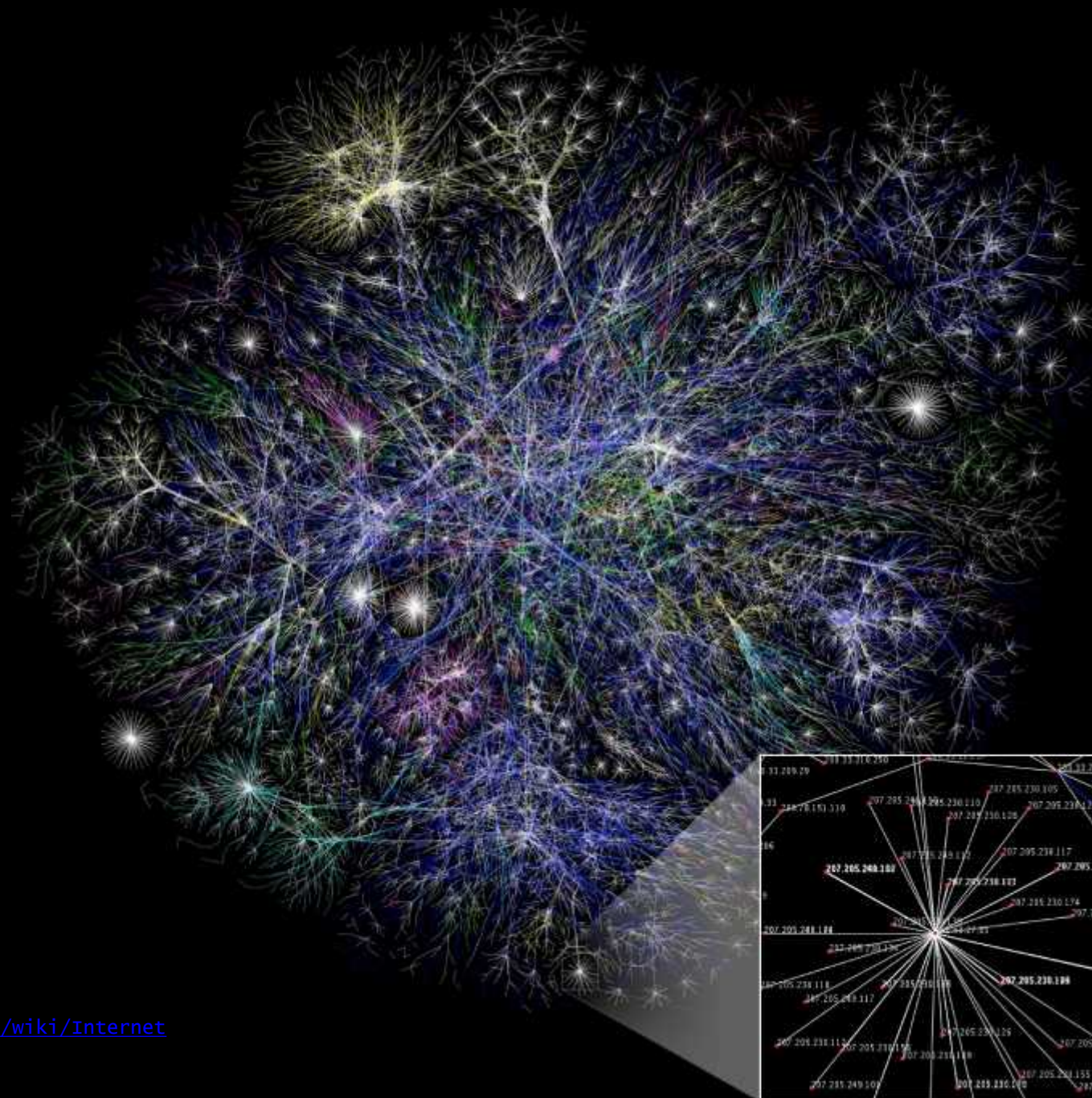
# Hulumtimi i zemrës nga Framingham-i



**Figure 1.** Largest Connected Subcomponent of the Social Network in the Framingham Heart Study in the Year 2000.

Each circle (node) represents one person in the data set. There are 2200 persons in this subcomponent of the social network. Circles with red borders denote women, and circles with blue borders denote men. The size of each circle is proportional to the person's body-mass index. The interior color of the circles indicates the person's obesity status: yellow denotes an obese person (body-mass index,  $\geq 30$ ) and green denotes a nonobese person. The colors of the ties between the nodes indicate the relationship between them: purple denotes a friendship or marital tie and orange denotes a familial tie.

# Interneti siç është mapuar nga Opte Project





# Aplikimet e grafeve

---

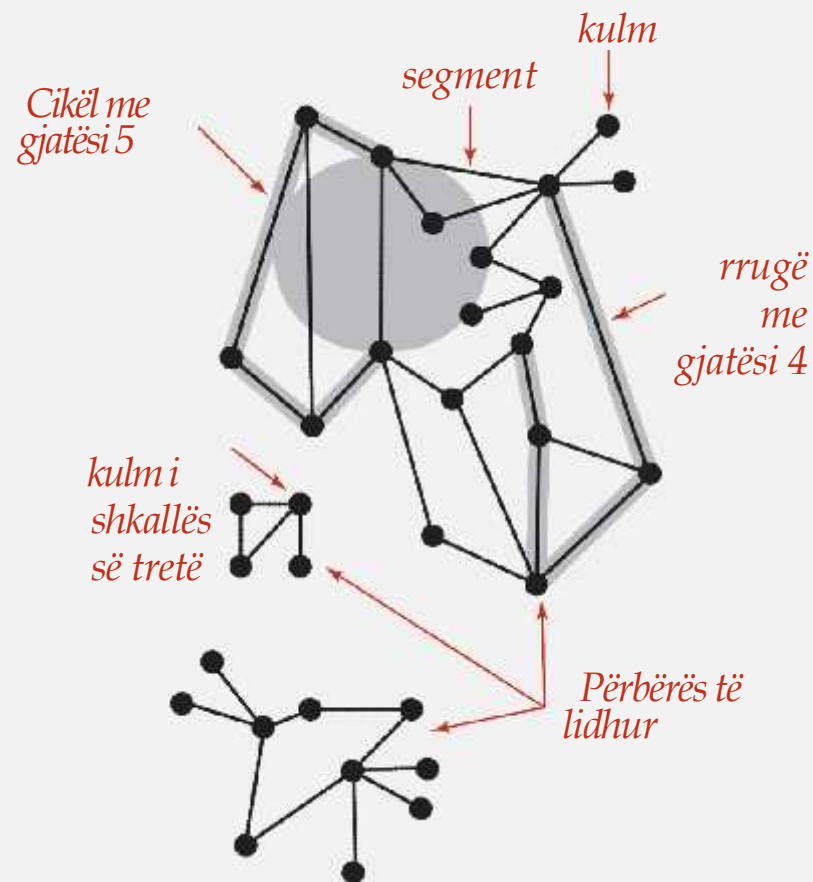
grafi	kulmi	segmenti
<b>komunikim</b>	telefoni, computeri	kabloja me fije optike
<b>qark</b>	gate, regjistri, procesori	teli
<b>mekanikë</b>	nyje	shufër, rreze, mat. elastik
<b>financa</b>	stock, monedha	transakcion
<b>transport</b>	udhëkryqi	rruga
<b>internet</b>	rrjetat e klasit C	lidhja
<b>lojë</b>	pozita në tavolinë	lëvizja
<b>jeta sociale</b>	personi	shoqëria
<b>sistemi nervor</b>	neuroni	nervat
<b>rrjeti i proteinave</b>	protein	komunikimi protein-protein
<b>molekula</b>	atomi	lidhja

# Terminologjia e grafeve

**Rruga.** Seri e kulmeve të lidhura nga segmente.

**Cikli.** Rruga, kulmi i parë dhe i fundit i të cilit është i njëjti.

Dy kulme janë **të lidhura** nëse ka një rrugë në mes të tyre.





## Disa nga problemet me graf-procesim

---

problemi	përshkrimi
<b>s-t rruga</b>	<i>A ka rrugë në mes të s and t?</i>
<b>rruga më e shkurtë s-t</b>	<i>Cila është rruga më e shkurtë në mes të s dhe t?</i>
<b>cikli</b>	<i>A ka ndonjë cikël në graf?</i>
<b>cikli i Eulerit</b>	<i>A ka ndonjë cikël që përdorë çdo segment saktësisht një herë?</i>
<b>cikli i Hamilton</b>	<i>A ka ndonjë cikël që përdorë çdo kulm saktësisht një herë?</i>
<b>lidhja</b>	<i>A ka ndonjë mënyrë për të lidhur të gjitha kulmet?</i>
<b>bi-lidhja</b>	<i>A ka ndonjë kulm, largimi i të cilit e shkëput grafën?</i>
<b>shtrirja</b>	<i>A mund të vizatohet grafi në rrafsh pa u kryqëzuar segmentet?</i>
<b>izomorfizmi i grafit</b>	<i>A paraqesin dy lista të ngjitura grafën e njejtë?</i>

**Sfida.** Cilat problem me grafe janë të lehta? vështira?